

系列現象の統計的解析—V—(II)

間隔過程と繰糸工程管理

農林省蚕糸試験場
嶋崎昭典
坪井恒
笠井忠光

(1958年2月受付)

Statistical Analysis of Serial Phenomena—V—(II) Gap Process and Quality Control in Filature Industry

Akinori SHIMAZAKI, Hisashi TSUBOI and Tadamitsu KASAI

In filature industry, so long as reelings with fixed number of cocoons are concerned, dropping ends is the essential event in the production process. Statistical structure of dropping ends is completely determined by the property of material cocoon, and the notion of gap process which was developed by H. Akaike at the Institute of Statistical Mathematics in relation to the automobile flow enables us to represent this relation numerically. Using this representation we can estimate the statistical properties of dropping ends in a proper time unit effectively from the non-breaking length distribution of a have obtained by the reeling test for the determination of optimum reeling condition for each lot of material cocoons.

In actual production process there are delays between dropping and feeding ends and inhomogeneity of material cocoons. These are represented by the deviation of statistical property of feeding ends from that of dropping ends determined as a gap process from non-breaking length distribution, and we have succeeded in making clear the correspondence between these deviations and the deviations of reeling condition from the preassigned one.

Thus observing feeding ends records in a proper time unit we can perform the control of production process effectively. In this paper we shall make a brief historical review of quality control in filature industry in Japan and then discuss the technical details of the above stated dropping and feeding ends control method. The notion of gap process and its role in our research are discussed by Akaike from the stand point of application of statistical methods in this series V-(I).

The Sericultural Experiment Station,
Ministry of Agriculture and Forestry

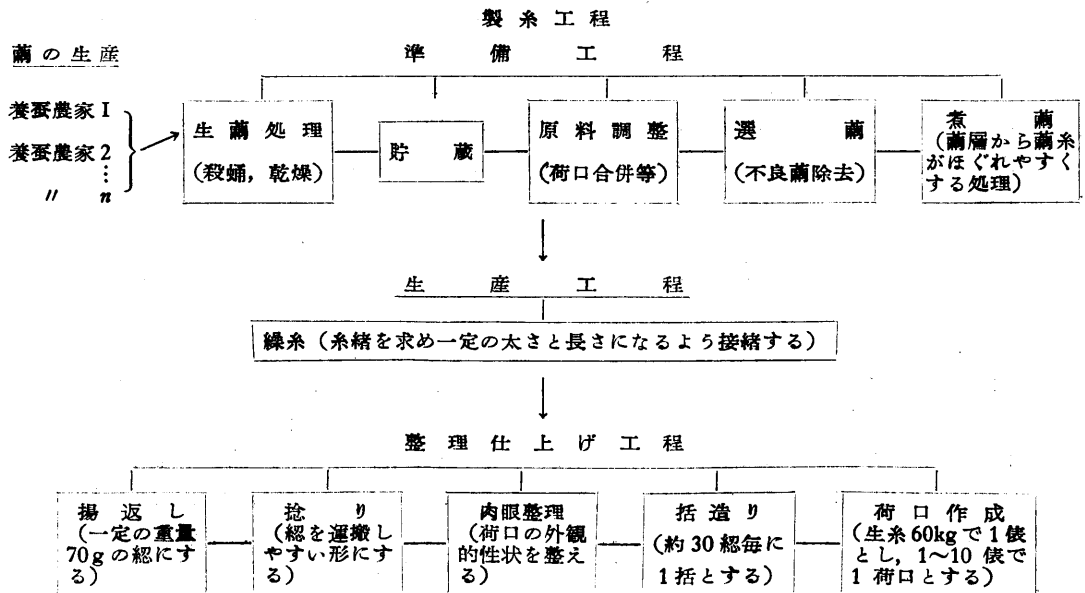
§0 序及び謝辞

数本の繭糸を引き揃えて生糸をつくる工程を中心にした製糸業においては、製品価格の約70%以上が原料繭代によつて占められている。従つて、工程を合理化することによりコストを低減させることは他の産業のそれに比較して非常に困難である。しかし製糸技術者に課せられた使命は、この中において、いかに生産を合理的に行うかということにあるので、著者らは最も経済的に生糸を生産する基準条件の決定と工程の運行が規定条件に沿つて常に行われているか否かを速かに検出し、直ちにこれをフィード・バックして適切な処置がとれる統計的管理方式を設定したいと考え研究をすすめてきた。すでに多くの統計的品質管理方法が一般的には提示されているが、しかし製糸の特殊性のために、これらの方法を機械的に用いただけでは上述の事柄は解決できない。それゆゑ生産能率、歩留り、品質に関する総合情報量を多く含む現象——落緒、接緒現象——を管理標識に選択し、これの繰糸工程における出現機構を間隔過程の考えを用いて解明することにより、原料特性、生産工程、製品における標識等の間の具体的な対応関係を明確にすることができた。

この結果により、i) 大量生産前に有効な管理基準が設定でき、ii) 指標の変化から速かに工程の変動原因が検出され、iii) 適切な処置を直ちにとることができる。等の特徴を有する落緒—接緒管理法の設定をみることができたので、ここに一般的に統計的管理方式導入の際に於ける製糸の特殊性を考察しつつ、その概要を報告する。報告に先立ち終始御指導と御便宜をいただいた大岡忠三製糸部長、小島卓之技官ならびに吉沢弥吾横浜生糸検査所長と、この報告の発表をおすすめてくださった統計数理研究所林知己夫第二研究部長に深く感謝したい。

§1 生糸の繰製過程

蚕のつくる繭糸は径約 20 μ, 長さ 1200 m 程度の細い繊維であるので、繰糸工程によつて繭から繭糸 (2.0~3.0 デニール) を巻取るとき数本を合せ、終れば (落緒) つぎたし (接緒) 一定の太さ (14 あるいは 21 デニール) と長さ (14 デニール 45000 m; 21 デニール, 30000 m) を有する生糸と呼ばれる繊維に加工される。



§2 生糸の品質

生糸から得られる絹（繭糸の表面をとりまいて Sericin と呼ばれる熱水にとけ易い蛋白を除去したもの）は古来それが有する優雅な光沢と親しみやすい自然の柔軟性や軽くてデリケートな肌ざわり、実用性能としての吸湿性、対皺性、保温力等に富むすぐれた性質により高級衣料の原料として高く評価され今日に至っている。そのため生糸の品質水準は非常に高いものが要求された。現在主体検査項目だけでも太さ（織度）とその細太斑（糸条斑、織度偏差）、節（小節、大中節）、強力、伸度、抱合、再繰切断等の多きにわたっている。しかし繭糸を引き揃えて生糸をつくる加工工程では生糸の本質的な特性は多く原料繭糸の特性により決定されるので、製糸工程の品質目標は消費者側からの要請と相俟つていきおい各特性、特に太さの部分的変動を少なくするいわゆる均一生糸の繰製へ向けられ 450 m の検査糸長による織度変異係数が 10% 以上の生糸はほとんど輸出の対象にされない状態である。

§3 生糸品質管理の変遷

生糸は上述のような加工工程によりつくられる中間製品であるため、価格の約 70% 以上が原料繭代によつて占められている。そのため品質の管理はその能率と共に歩留りを無視しては論ずることができない。しかるに製糸工程における唯一の生産作業であり能率、品質を支配する接緒は繰糸者の判断だけをたよりにして行われてきた。そのため繰糸工は手足の動作が敏速で視覚が確実であり、注意力の行き届くことが必要な条件とされ¹⁾、生産管理の主体はこの条件を繰糸者が常に充しているか否かに向けられた。その結果慶応年間には出来高払いであつたものが明治 12 年頃からはデニール検査（生糸の太さの検査）を行つて賞罰点を定めこれは繰目（1 日の繰糸高）、糸目（歩留り）と共に作業者の賃金をきめる要素となり²⁾、経営者はその結果を発表することによつて作業者の技術向上をはかり、さらにこれを最高水準において管理することを目途とした。その後多少の変遷はあつてもこの制度は今日に至るまで大多数の工場に引継がれてきた。しかしこれは個人の能力を充分発揮させることに効果はあつても必然的に労働強化と注意力を喚起するための精神修養を強制する結果³⁾に導いたことは否めない事実であつた。

このような個人中心の生産者方式は荷口検査法の確立⁴⁾と消費者側からの高格品質の要求に答えた製糸作業の分業、機械化特に繰糸機械の発達（座繰器——座繰機——多条立繰繰糸機）によつて逐次変化していつた。しかし中心作業は依然各個の繰糸工に委ねられていた。そのため均一な荷口を能率的に生産する努力は作業方法の改善と繰糸作業を自動化する方向に向つて行われた。前者は F. W. Taylor の Scientific management の導入⁵⁾による作業段取りの研究の形であらわれ、これによつて繰糸者の動作を規定しさらに一定の段取りによつた仕事を行うことにより作業の流れを円滑にしつつ個人の作業を規格化する方向へとすすめられ^{7), 8), 9), 10)}可成りの効果を収めている。後者の研究は戦後急速にすすめられた結果繰糸の自動化が完成し、特に高格太物生糸（たとえば 28, 42 デニール）を能率的に生産できる段階に入り^{11), 12), 13)}その普及もまた逐次伸びつつあるがいまだ全国繰糸機数の約 10% にすぎない。このような過程を経てきた製糸業においていままなお目標品位の生糸を最も経済的に生産する方式を一般的に確立することは困難であり、これは 1 に工務課長の腕に委ねられている。

このようなとき顕著な効果を例示して紹介された統計的品質管理法は、他の産業に於てそうであつたように、生産のための優れた科学的な管理手法であり、これによつて従来への世界から脱却し安定した新しい科学的生産方式が樹立できるものと考えられ Deming-日科技連を通して大資本の会社にいち早く導入されその成果が期待された¹⁴⁾。しかし後述するとき種々の特異性を有する製糸工程に対しその特殊性を考慮することなしに管理図法によつて代表される既存の手法を機械的に

導入することは当然のことながら無理であつた。そのため工場によつてはいわゆる 3 σ -管理図式の検出によるより経験的な勘に頼つた方がより有効適切な行動がとれるというような結果を導き、実際にこれが作業管理の主体となつて全般に普及されることなく逆にその効用について批判の矢が向けられるようにさえなつた。しかし統計的管理法が全面的に否定されたのではなかつた。会社により著しい差はあるが、この考え方は上層幹部から現場へのコースをたどつて滲透し今迄見逃しにされてきた準備、整理仕上げ工程の実態が数量的に把握された結果、各工程の重要性が夫々ある程度明確に認識されるようになった¹⁵⁾。ここにおいて有効な統計的手法は相関、回帰分析法であつた。これらの成果にもかかわらず前述のような批判が生じたのは、管理手法が製糸の主体である繰糸工程そのものに対して何等直接的に働きかけることができなかつたことによるものと考えられる。しかるに生糸市況と繭価の安定に伴い企業の合理化が叫ばれその結果は製糸工程の科学的生産管理方式設定への強い要望となつて現われてきた。

§4 統計的管理の立場からみた製糸工程の問題点¹⁶⁾

いままでのべてきた製糸工程の特性を集約してみると、(1) 単純な加工工程であるので、原料繭の特性が能率、歩留り、品質に大きく影響し工程における技術的処理の効果が少い、従つて製糸技術は常にこの3項目と目的品位との関係を知り、これより最も経済的な生産方式を各原料繭の特性に従つて見出し管理できるものでなければならない。(2) 処理対象である個々の繭は全くランダムにとりあげられるが、接緒された繭の多くは千数百 m の長さにより品質の形成に参与している。そのため品質ならびにこれに関係ある現象は時間的に複雑な変動を示す。(3) 生糸品質は原料特性、煮繭繰糸の処理条件と繰糸者の各要因の相互作用によつて構成されている。しかるに生糸品質を検査して、工程中にある不良原因を検出することは、夫々の場合に応じて繰糸者の手直しが行われるため困難である。(4) 原料荷口の大きさはその生産構造からして 10 数日の繰糸量に充たないことが多いので、同一の工程の繰返し結果にもとづき管理標準を定める従前の方式による管理図のできたときには、その荷口はすでに終りに近い場合が多い、等の点があげられる。しかるに工場の現状においてこれらの点はいずれも解決困難な問題である。

§5 統計的管理方式設定の方向¹⁶⁾

上述の事情を克服して各工程特に繰糸工程に統計的品质管理の方式を導入して効果をあげるには工程中出现する各種現象の中から品質、能率、歩留りに関する情報を与え工程の現状を適切に表示する現象を選択し、その出現機構を原料——処理条件との関係のもとで明らかにし、さらにその物理的意味づけを明確にしてこの管理指標の変化をもとにして直ちに(経済的な意味での)最適条件が保たれるよう処置がとられるような形で統計的管理方式を設定することが必要である。

§6 管理指標の選択¹⁶⁾

管理指標が具備すべき条件として、(i) 原料、処理工程、と生糸の品質、歩留り、能率間の関係を密接にあらわしてそれらの総合情報量が大きいこと、(ii) 工程中簡単に検出できること、(iii) 指標の変動から適切な処置が容易にとれることをあげて指標の選択を行つた。その結果繰糸中にある落緒、接緒の時間的ずれは生糸品質の均一性に著しい影響を及ぼし能率、歩留りと密接な関係があり、しかもこれらは工程の各変動要因と対応関係を有しているので工程中唯一の生産作業である接緒とこれを指示する(定粒繰糸)落緒現象のふたつを標識とし、これらを利用して管理指標をつくることとした。

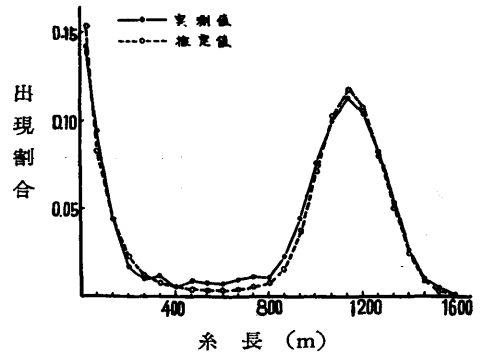
§7 落緒の出現性¹⁶⁾

前述の§4 から知られるように統計的管理法が製糸工程において有効な手法となるためには、大量生産前に管理方式の与えられる必要がある。しかるに原料繭の特性は比較的少数のサンプルで規定できるから、原料特性と繰糸中にあらわれる落緒の性質との関係があきらかになりさえすれば、処理の最適条件を求めるために行われる繰糸試験の成績を用いて、大量生産に入る前に適切な管理方式を決定することができると思われた。それゆえ原料繭の落緒特性を解析し、これと繰糸中にあらわれる落緒の出現性との関係を考察した。

7.1 原料繭の落緒特性¹⁶⁾

繰糸中に生じる落緒の位置は1回の接緒によつて繰糸される繭糸の長さ(解舒糸長)によつて決められる。それゆえ種々の処理条件に対する原料荷口の解舒糸長分布を作成しその1例を第1図に示した。

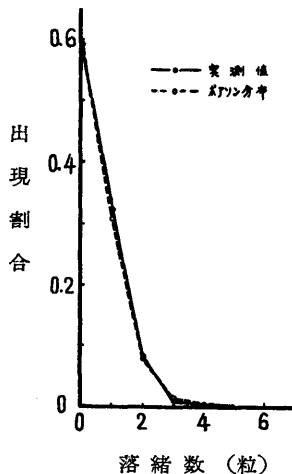
1粒の繭の繰糸途中で切断する回数(不時落緒数)は結果的に平均値ならびに伝播常数が1以下のポリヤ・エッゲンベルガー分布に近似した変化を示し、過半数の繭は途中で切断することなく繰糸される。この切断しない繭糸の長さ(繭糸長)は平均値が約1200m、変異係数10~15%程度の正規分布に近似した変化を示す。不時落緒が生じた繭の繭糸部位別出現割合をみるとほとんどが最外部あるいは内部で切断するL, U, J, 字型的出現性を示す。そのため第1図にみられるごとく短い解舒糸長は Γ -分布的变化を示し長い糸長部分は正規分布的な変異性を示している。第1図中推定値とあるのは、正規分布と Γ 型分布の適当な組合せによつて表現された値である。



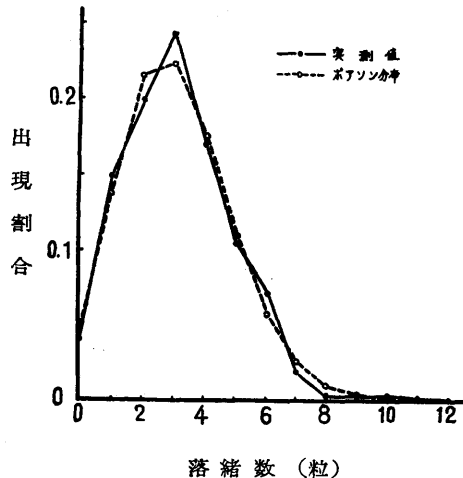
第1図 解舒糸長分布

7.2 定粒繰糸における落緒の出現性¹⁶⁾

8粒の繭糸をあわせて一定の巻取り速度で繰糸している場合の落緒の出現時点を記録し、これをもとにして一定の長さの生糸が繰糸される間に生じる落緒数の分布を求めると区間の大きさによつて第2~5図に示すごとく変化をする。一般に落緒数は平均値と分散が等しいとして管理図を作成するいわゆる欠点数の管理図 c-chart を用いればよいとされてきたので各図に点線で実測分布と

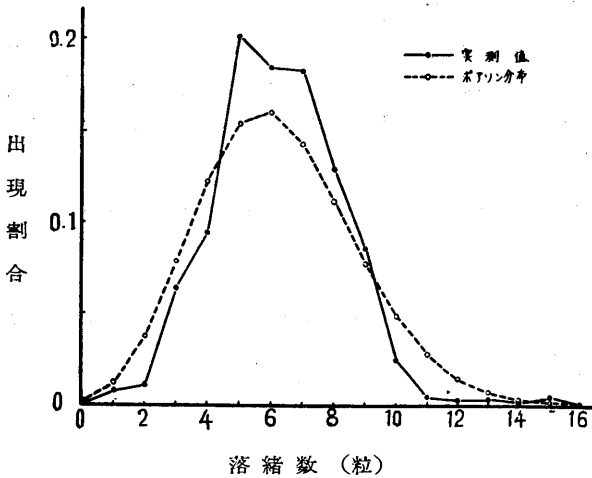


第2図 $k\tau=67$ m 区間に生じる落緒数の分布



第3図 $k\tau=400$ m 区間に生じる落緒数の分布

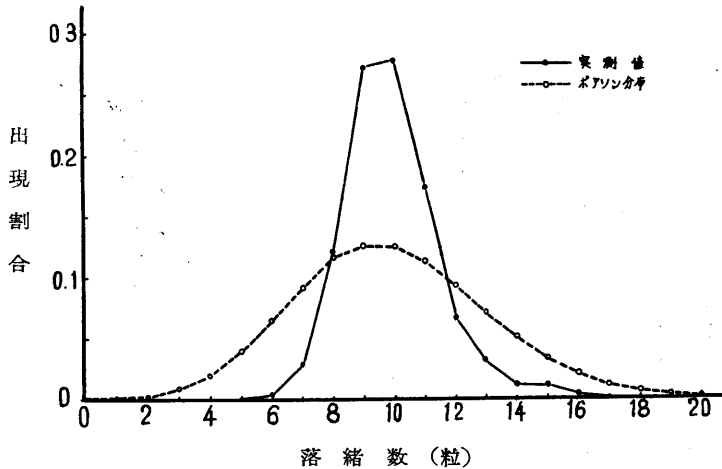
同一の平均値を有するポアソン分布を示した。これと実測値とを比較してみると、区間の大きさが



第4図 $kr=800\text{ m}$ 区間に生じる落緒数の分布

小さいときは両者は近似しているが、1粒の繭から得られる平均繭糸長 1260 m が繰糸される間に生じる落緒数はそれが偶然に生起しているとき期待されるポアソン分布に対し分布の両端が少いような性質をあらわしている。この関係を更に明らかにするため、調査区間の大きさに伴う平均値と分散の実測値の一例を第6図に示した。これより c-chart の無批判な利用はつつまなくてはならないことを知る。

このような変化は解紮糸長による従属性にもとづくものと考えられるのでこれをコレログラムについて検討し結果を第6図に黒丸実線で示した。その結果落緒が周期的

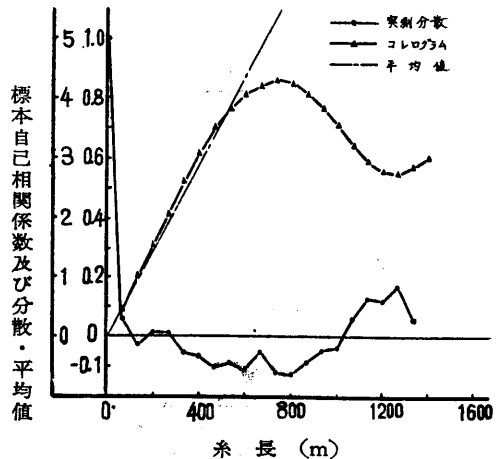


第5図 $kr=1200\text{ m}$ 区間に生じる落緒数の分布

に出現していることを知る。もしここでこの自己相関係数が原料繭の特性と処理条件との関係から算出できるならば、単位区間の長さを τ とするとき $h\tau$ 区間の落緒数 X_h の分散は

$$V(X_h) = E\{(X_h - h\mu_1)^2\} \\ = \sigma_1^2 \{h + 2\sum_{i=1}^{h-1} (h-i)\rho_i\}$$

として求めることができる。但し μ_1 及び σ_1^2 は単位区間 τ 内に生じる落緒の平均値、分散である。多くの原料荷口及び処理条件について実験した結果、コレログラムは原料荷口によって異なり、しかもこの各コレログラムに対応する分散変化の模様から管理上の指標としてその荷口の平均繭糸長より幾分長目の生糸が繰糸される間に生じた落緒数を測定することが繰糸ならびに調査の上からも

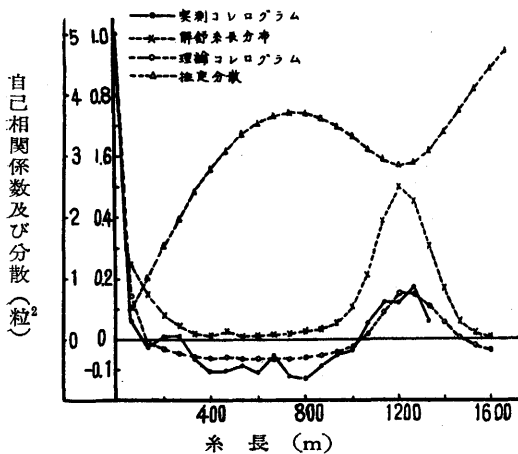


第6図 区間の大きさに伴う実測平均値、分散、コレログラム

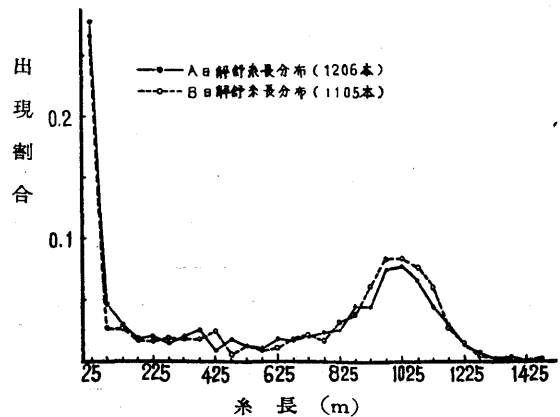
また異状検出の精度の点からも好都合であることが知られた。一般に繰糸者は 20 本の生糸の繰糸を同時に受持っている。定粒繰糸法は目的の太さによつて規定された繭数(粒付数)で生糸を繰製する方法であるが、この粒付数の監視は繰糸段取りによつて一定の時間間隔毎に行われる。そのため落緒が生じると、ある時間はその数だけ少い粒付数の生糸が繰製され、これは生糸の品質を低下させる。それゆゑ粒付監視の間隔中に生じる欠粒の確率が問題となる。粒付監視間隔(8~40秒)のような短い時間間隔中に生じる粒付の乱れ数は現象的にポアソンあるいはポリヤ・エッゲンベルグ分布に近似した出現性を示すことが知られたので、第6図に示した調査区間が短い部分の平均値と分散を用いることによりこの出現性が推定できるようになった。以上のことから、従来の管理図式の欠点が明らかにされ、解決の具体的方向が示されながらも、原料特性と繰糸工程中の落緒の出現性との結びつけが明らかにされないために生産中にあらわれるくりかえしの情報により管理図をつくる従前の方式に代る方法の確立は依然として困難であつた。ところがここに統計数理研究所の赤池との議論にもとづき間隔過程の考えが導入されほとんどすべての困難が解決されることになった。この間隔過程に関しては赤池による本報告-(I) §2を参照されたい。以後報告-(I) §2の内容を既知のものとして論をすすめる。

§8 解舒糸長分布と繰糸中の落緒管理¹⁶⁾

試験繰糸により求まる繰糸能率、品質、歩留りの3者と目的品位とから決定された最適煮繭、繰糸条件のもとにおいて測定される解舒糸長を間隔分布として作成すれば間隔過程の理論により容易に1粒繰糸過程における落緒の自己相関係数が算出できる。しかるに実際はk粒の繭糸を合せた繰糸過程により生糸はつくられる。しかし一般の定粒繰糸の際には1粒繰糸過程が独立にk本より合わされるものと考えられるから、これは報告(I) §2の $\{S_n^k(\omega)\}$ で表現されるであろう。そこで基準の繰糸過程にみられる補給——索緒・抄緒——持繭部——接緒の一連の繭の流れが定常であり、持繭部から繭が任意に抽出され接緒されているときの8粒付繰糸について求めた落緒系列のコレログラムを第7図に示した。また解舒糸長から求めた1粒過程の理論値を点線で示した。この結果は $\{S_n^k(\omega)\}$ の構造から予期されたように両者の一致することが見られる。さらに繭検定所における約1ヶ月間の大量繰糸試験の結果から工場全体の落緒数の出現特性もまた解舒糸長分布から一義的に算出できることが実証された。しかもこの解舒糸長分布は処理条件を管理すれば一般の生産の場合においても第8図に掲げたごとく安定した形を示すことが知られた。従つて“基準処理条件のもとにおける解舒糸長分布を高々1000粒程度の繭について求めておけば、これから繰糸工程中に生ずる落緒の出現構造がすべて決定され、基準処理条件のもとに作業が運行しているか否かを管理する上

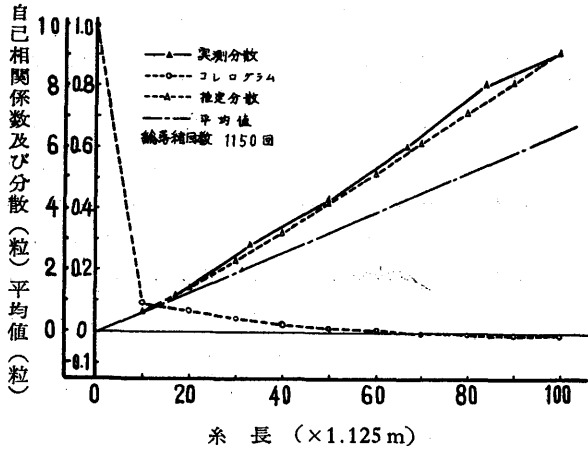


第7図 解舒糸長分布とコレログラム及び分散との関係



第8図 工場における解舒糸長分布の日による変化

に必要な数値のすべてが導かれる”従つてこれによつて管理法を作成すれば大量繰糸に先立ち管理規準を提示することができ、ここにはじめて繰糸工程の特性に立却した管理方式を与える基礎が確立された。但し解舒糸長分布の級間隔は系列的な現象の統計的な解析に際して常に重要な、解析のための時間間隔として、適当に定める必要がある¹⁷⁾。たとえばある時刻における工場全体の落緒状態を管理することに対しては級間隔を 50 m 程度にとつた解舒糸長分布を用いてコレログラムを求め、これに対応した平均値、分数を算出するのが能率的である。しかし、1段取り中に生じる粒付の乱れを管理する目的に対しては、級間隔を 10 m 程度にとつた解舒糸長分布を作成して基準値を算出するのがよい、前者の1例を第7図に、後者の1例を第8図に示した。



第9図 短い調査区間におけるコレログラム・分散の変化

§9 落緒—接緒管理方式

上述の結果を用いて、接緒現象から工程の進行状態を知り異常が生じれば直ちに適切な処置のとれる落緒—接緒管理方式が設定できたのでその概要をのべる。

現在の工場規模は繰糸機数 200 台前後のものが多く、繰糸される繭は約 90 g (110 粒前後) を単位にして1台の煮繭(繭層の繭糸相互を膠着させている Sericin を熱水あるいは界面活性剤で処理して膨潤軟和させる)機で1括処理された後手押し車によつて各繰糸者へ配繭される。これは新繭と呼ばれ大雑把に糸口を求める索緒機(糸くちさがし)に落緒繭と一緒に入れられて処理された後抄緒(糸すぐり)作業によつて正しい糸くちが求められ(正緒繭)この糸くちは持繭部(正緒繭の待機)の糸くち掛けにからめられ、必要に応じて接緒される。このとき索緒から索緒までの間に行われる作業は繰糸段取りと呼ばれ一定の手順に従つて操作される。1工場は50~100台の繰糸機を有する数棟からなり、各棟に1~2人の教婦がいて繰糸者の指導とか簡単な機械の故障の整備に当り係員(長)及び工務課長がこれらを調整管理している。標準段取りの1例¹⁹⁾を次に掲げた。

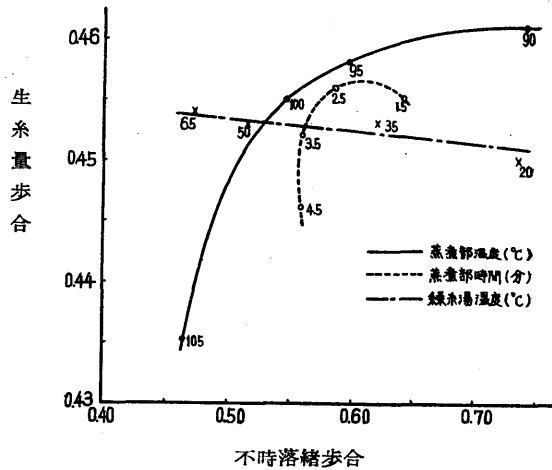
20 条繰糸段取り一例(小野)

動作名	所要時間 秒
索 緒 機 廻 転	
接 緒	15
糸切れ節ずまり等の糸みちにおける糸糸故障整理	8
接 緒	15
索緒部で簡単に抄緒しこれを抄緒部へ移す	9
接 緒	15
抄緒部で抄緒し持繭部の緒糸掛へ糸くちをからめる	15

接	緒	15
↓		
落緒繭, 新繭を索緒部へ入れる		5
↓		
その他の管理		4
計		101 秒

9・1 落緒と基準条件の決定

生糸品位に最も影響する糸条斑（短い部分の細太斑）成績は主に繰糸中における落緒と接緒の時間的ずれにより生成され、これは煮繭熟度、繰糸速度（約 70 m/min）、段取り等に大きく支配されている。しかるに 1 本の生糸が繰製されている一緒に、短い時間間隔内に生じる落緒数はポアソン分布に近似したあらわれ方を示し、多くの場合段取りは一定に決められている。それゆえ糸条斑成績（斑の数、長さとその程度）はその区間の平均落緒数から推定できるのでこれを目印にして経済的見地から能率、歩留りを調整した煮繭熟度、繰糸速度を決定することができる。煮熟度に対する歩留りと不時落緒歩合の 1 例を第 10 図に示した。なお繰糸湯温度は繰糸方法から 30~40°C に押えられ、繰糸速度と落緒数は極端な条件を除いては比較的比例する。この決定された条件のもとにおける解舒糸長分布から解析上の時間単位を τ とするとき、 $h\tau$ 区間に生じる平均落緒数 μ_h と分散 σ_h^2 を算出してこれを基準値とする。



第 10 図 不時落緒歩合と生糸量歩合との関係

9・2 落緒—接緒管理図

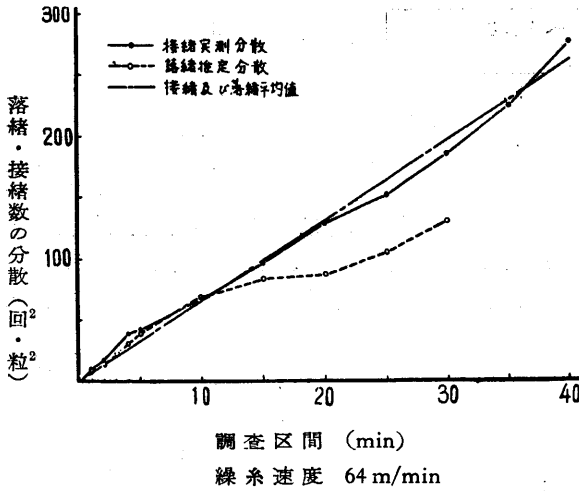
$h\tau$ 時間中に於ける工程に生じる落緒の平均値 \bar{x}_h' 、分散 $S_h'^2$ を求め μ_h 、 σ_h^2 との差から基準作業が行われているか否かを直ちに知り処理がとれるようにするには、各指標が充分安定した値であることが必要である。しかし落緒数を大量同時に測定するには多くの測定者が必要である。しかるに接緒数は接緒起動レヴァーによつて繰糸者が接緒と同時に計数器に入れることができるから、簡単な装置をとりつけることによつて容易に全員について測定できる。それゆえ接緒数をもつて管理標識とし各棟別（または技術水準によつた組別）に繰糸者の全員 N について $h\tau$ 時間の接緒数を同時に計数器に入れさせ、

$$\text{平均値 } \bar{x}_h = \sum_{i=1}^N X_{hi} / N \quad \text{分散 } S_h^2 = \sum_{i=1}^N (X_{hi} - \bar{x}_h)^2 / N - 1$$

但し X_{hi} は $h\tau$ 間に i 繰糸者が行つた接緒数、 N は 50~100。

を算出して落緒特性値との差 $(\mu_h - \bar{x}_h)$ 、 $(\sigma_h^2 - S_h^2)$ を求め図上に打点し、この値の変化によつて工程の調整を行う。このとき調査区間の大きさ h は生糸の短い糸斑がある一定の値に管理する場合と、ある時刻における工場全体の運行状態を知りたいときのふたつの目的によつて異つた大きさをとる。前者においては接緒作業から次の接緒作業までの間に生糸を構成しつつある、規定された繰糸繭数が落緒等の現象によつて乱される状態を管理することが直接の対象である。このとき各緒毎の繰糸粒数の欠粒の割合はすでにのべたごとくポアソン分布に近似して出現するから 1 回の繰糸繭の調整に要した接緒数の変化を指標にとることによりこれは管理できる。従つて、このときの h は段取り方式によつて異なるが 1 分以内の大きさである。後者は工場全体の運行状態を速かに知つて正しい判断のことができることが直接の対象である。これについてはすでに落緒の出現性のところでのべ

たごとく、調査区間を平均繭糸長が繰糸される時間にとつて、この区間に生じた落緒数を求めるのが、平均値の推定のうえからもまた工程の変動性を検出するうえからも最もよい。従つて h は10~



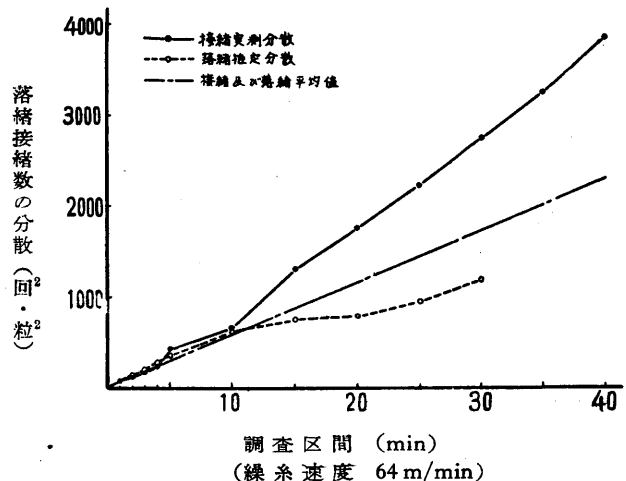
第11図 繰糸者1人について求めた落緒と接緒数の分散

20分間の大きさとなる。これらのことが妥当であることは、第11図、第12図に示した大量生産の場において求めた h に伴う落緒と接緒数の変化の様子（特に理論的に予想される分散と実測された分散とのくいちがいの模様）からみることができるとであろう。

9.3 指標変化と処置のとり方

管理指標としてとりあげた $(\mu_h - \bar{x}_h)$ の値は落緒の出現数をあらわすと共にさらに繰糸されつつある生糸の太さに関する情報を含んでいる。従つてもし処理が定常に行進しているならば(繭糸の平均織度) $\times (\mu_h - \bar{x}_h) / \mu_h$ は繰製されつつある生糸が目標の織度からどれ位偏つた状態で繰製されているかをあらわしている。また、 S_h^2 は測定時の落緒の変動成

分と共に繰糸者の技量特に作業手順の適否に関する情報を含んでいる。従つて、個人を対象にとれば個人の能力、工場を対象にとればその工場の現状の能力をあらわしている。技術上、中、下の繰糸者を2:4:3の割合に9人を選んで測定した場合に S_h^2 の値が増大する様子を第12図に示した。これから、 $(\sigma_h^2 - S_h^2)$ を適当に解析できるように調査することにより、指標の変化から直ちに適切な処置をとることができる。しかしこの情報にもとづく処置のとり方は各工場の工程特性によつて異なるが、2, 3の共通した例についてのべる。



第12図 繰糸者9人について求めた落緒と接緒数の分散

(i) $(\mu_h - \bar{x}_h)$, $(S_h^2 - \sigma_h^2)$ が共に0からかけ離れて大きいときは落緒が不当に多く、繰糸者は作業に追われて段取りが

乱れ特に糸条斑成績が低下している。このときは煮繭工程、特に蒸煮部、調整部の温度に注意する。

(ii) $(\mu_h - \bar{x}_h)$ は普通であるが $(S_h^2 - \sigma_h^2)$ が大きいときは、煮繭から各繰糸機に配繭する作業が適切に行われていないため持繭部の定常性が乱れている繰糸機があるため、全体として接緒作業に斑が生じ S_h^2 が大きくなつてることが多い。

(iii) $(\mu_h - \bar{x}_h)$ が負の値になり $(S_h^2 - \sigma_h^2)$ が大きいときは、繭の煮熟が進みすぎ、そのため糸目を切り、糸条故障を多くして能率を低下させている場合が多い。このときは繰糸の停止数をチェックし、直ちに煮繭処理を押える。

(iv) $(S_h^2 - \sigma_h^2)$ の平均値は、その工場(あるいは各組)の技術水準をあらわすもので、これが大きい工場では高格品位の生糸を繰製することはできない。それゆえ常にこれを1つの目印にして工場の技術水準の向上をはかる。

(v) 変動を大きくさせる主なる原因のひとつに、技術の劣る数人の繰糸工の混在がある。ここに測定値は各個人別にとられているから、技術水準を向上させるには管理方式の対象を個人にとつて解析すれば容易に個人差が検出できる。従つて特定の人々の技術を平均の水準に引き上げることにより効果的に処置することができる。

煮繭、繰糸工程では指標に異状を認めたときそれを調整するに特別の費用は必要でなく、また工場には調整のために教婦、係員がいるが、工程を常に監視することは実際上できない。それゆえ重要なのは客観的に必要に応じて調整の指示が与えられることである。上述のようにして求められる指標は比較的安定しているのので、その値からそのときの工程の変化を推定し、その都度行動をとることができる。また標準状態の基準値が与えられているため確信をもつて不良原因の追求を行うことができ、また工程の調整を厳格に行うことができる。その結果今迄は検出できなかったところの変動を大きくさせていた要因が、実は見逃しにされていた配繭の時間的な斑であつたとか一群中の変動の大きい原因が数人の技術不良あるいは条件不良の繰糸工によつていたという現象を検出することができるようになった。

以上を総括すると次の通りになる。1) 工場の生産目標を集約し、しかも工程の現状を反映する標識(落緒)を選択してこれと原料特性(解舒糸長分布)との関係を求め、原料特性と工程における標識の出現性との間の対応を明らかにする。2) 原料特性から標準条件下の工程特性を大量生産前に求め基準値を算出する。3) 工程の現状を最もよく反映している関連現象(上述の標識あるいは他の現象)をもとにした管理指標を作製しそれと基準値を対応させることにより、工程の現状を判断し、具体的な処置をとる。かくして製糸における有効な管理方式が設定されるに至つた。

農林省蚕糸試験場

文 献

- 1) 上野陽一(1926), 蚕糸学講座, 西ヶ原同窓会編 p. 6.
- 2) 楫西光速他 3(1955), 製糸労働者の歴史, 岩波新書 p. 10, 33.
- 3) 例えば中村菊之助(1923), 蚕業新報 31(363) p 645~648.
- 4) The Silk Conditioning House(1929), Studies on the classification of raw silk.
- 5) 吉沢弥吾(1942), 製糸科学史稿.
- 6) 林 貞三, 講義テキスト.
- 7) 四方一雄(1951), 製糸絹研究講演録, p. 17~27.
- 8) 小島卓之(1955, 1956), 製糸技術(1), 製糸夏期大学講演録.
- 9) 小野四郎(1953, 1957), 生糸(3~8). 製糸技術(4).
- 10) 中村寿恵男(1956). 生糸 5(2).
- 11) 宮下文四郎(1950). 製糸絹研究講演録, p. 37~48.
- 12) 小林 安(1952). 製糸絹研究抄(2) 29~32.
- 13) 山田斧一(1952). 同上, 34~37.
- 14) 成井通雄(1951). 製糸絹発表講演録, p. 29~50.
- 15) 日本製糸協会編(1957). 製糸品質管理の実際.
- 16) 嶋崎昭典, 坪井 恒, 笠井忠光(1955-57). 日蚕雑 24(4), 25(1,5), 26(1,2,4). 製糸絹研究抄(5, 6,7).
- 17) 赤池弘次(1954). 統計数理研究所彙報